

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. Juli 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/055242 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷:
15/00, 15/08

C25B 1/12,

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): GESELLSCHAFT FÜR HOCHLEISTUNGSE-
LEK TROLYSEURE ZURWASSERSTOFFERZEU-
GUNG MBH [DE/DE]; Ludwig-Bölkow-Allee, Tor 2,
85521 Ottobrunn (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/013993

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Dezember 2003 (10.12.2003)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRAND, Rolf, August
[DE/DE]; Heufelder Strasse 76, 83052 Bruckmühl (DE).
WALLEVIK, Oddmund [NO/NO]; Enggravhoegda 26,
N-3711 Skien (NO).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

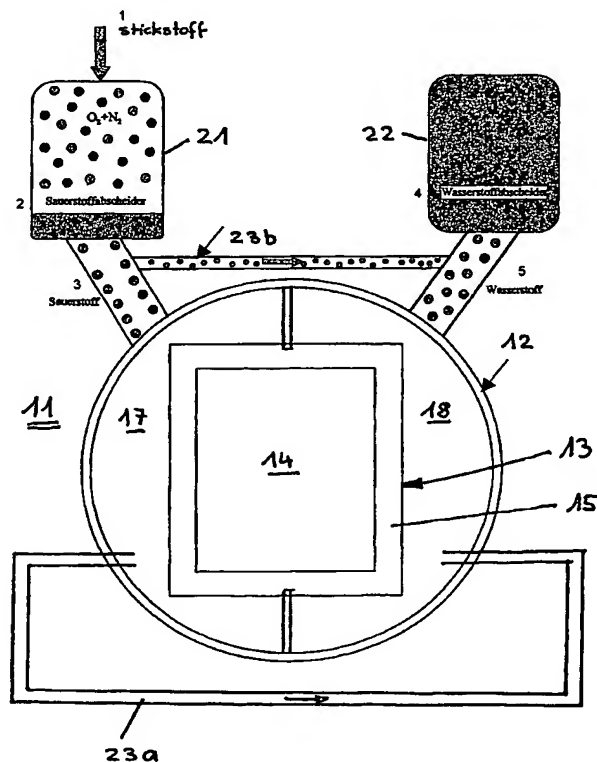
(30) Angaben zur Priorität:
102 58 525.3 14. Dezember 2002 (14.12.2002) DE

(74) Anwalt: WINTER, Josef; MTU Friedrichshafen GmbH,
Abt. ZJ-P, Maybachplatz 1, 88045 Friedrichshafen (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PRESSURE ELECTROLYZER AND METHOD FOR SWITCHING OFF A PRESSURE ELECTROLYZER

(54) Bezeichnung: DRUCKELEKTROLYSEUR UND VERFAHREN ZUR ABSCHALTUNG EINES DRUCKELEKTROLY-
SEURS



1 NITROGEN
2 OXYGEN SEPARATOR
3 OXYGEN

4 HYDROGEN SEPARATOR
5 HYDROGEN

Sauerstoffabscheider

(57) Abstract: The invention relates to a pressure electrolyzer and a method for switching off said pressure electrolyzer. The pressure electrolyzer comprises a pressure reservoir (12) and an electrolytic cell block (13) which contains a plurality of electrolytic cells (14) and is arranged in the pressure reservoir (12), the electrolytic cells (14) including respective anodes and cathodes. An electrolyte circulation system supplies the anodes and cathodes with the electrolyte. An oxygen separator (21) separates the gaseous oxygen produced during operation of the pressure electrolyzer (11) and a hydrogen separator (22) separates the gaseous hydrogen produced during operation of the pressure electrolyzer (11). A supply of an inert gas, especially hydrogen, is used to render the pressure electrolyzer (11) inert when it is switched off. The invention is particularly characterized in that the inert gas supply is supplied to the oxygen separator (21) and that the electrolyte circulation system comprises a pipe connection (23a; 23b) via which a part of the electrolyte can be displaced in the sense of a displacement of the gaseous hydrogen from the hydrogen separator (22) when the oxygen separator (21) is impinged upon with the inert gas.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Druckelektrolyseur und ein Verfahren zum Abschalten eines solchen beschrieben. Der Druckelektrolyseur umfasst einen Druckbehälter (12) und einen eine Anzahl von Elektrolysezellen (14) enthaltenden, in dem Druckbehälter (12) angeordneten Elektrolysezellenblock (13), wobei die Elektrolysezellen (14) jeweilige Anoden und Kathoden enthalten und ein Elektrolytkreislaufsystem zur Zuführung von Elektrolyt zu den Anoden und Kathoden vorgesehen ist, einen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CA, CN, IN, JP, NO, RU, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(21) zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs (11) entstehenden gasförmigen Sauerstoffs und einem Wasserstoffabscheider (22) zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs (11) entstehenden gasförmigen Wasserstoffs, sowie einen Vorrat eines inerten Gases, insbesondere Stickstoff, zum Inertisieren des Druckelektrolyseurs (11) bei seiner Abschaltung. Erfindungsgemäss ist es vorgesehen, dass der Inertgasvorrat dem Sauerstoffabscheider (21) zuführbar ist, und dass das Elektrolytkreislaufsystem eine Leitungsverbindung (23a; 23b) enthält, über die bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders (21) mit dem Inertgas ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider (22) verschiebbar ist.

5 Druckelektrolyseur und Verfahren zur Abschaltung eines
 Druckelektrolyseurs

Die Erfindung betrifft einen Druckelektrolyseur nach dem O-
10 berbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren zur Abschalt-
 ung eines Druckelektrolyseurs nach dem Oberbegriff des An-
 spruchs 9.

Zur elektrolytischen Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff
15 und Sauerstoff sind Druckelektrolyseure bekannt, die einen
 Druckbehälter und einen eine Anzahl von in Form eines Stapels
 zusammengefassten Elektrolysezellen enthaltenden, in dem
 Druckbehälter angeordneten Elektrolysezellenblock umfassen.
 Die Elektrolysezellen enthalten jeweilige Anoden und Kathoden
20 und es ist ein Elektrolytkreislaufsystem zur Zuführung von E-
 lektrolyt zu den Anoden und Kathoden vorgesehen. Ein Sauer-
 stoffabscheider dient zum Abscheiden des beim Betrieb des
 Druckelektrolyseurs entstehenden gasförmigen Sauerstoffs und
 ein Wasserstoffabscheider dient zum Abscheiden des beim Be-
25 trieb des Druckelektrolyseurs entstehenden gasförmigen Was-
 serstoffs. Zum Inertisieren des Druckelektrolyseurs bei des-
 sen Abschaltung ist ein Vorrat eines inerten Gases, insbeson-
 dere Stickstoff, vorgesehen.

30 Ein Druckelektrolyseur herkömmlicher Art ist beispielsweise
 aus der DE 25 48 699 C3 bekannt.

Bei Druckelektrolyseuren der genannten Art besteht eine we-
 sentliche Sicherheitsanforderung in der Fähigkeit zu einer

schnellen, zuverlässigen und umfassenden Inertisierung, das heißt, einer Entfernung des Wasserstoffs aus dem Druckbehälter und aus dem Wasserstoffabscheider, so dass der Restgehalt an Wasserstoff deutlich unter der unteren Explosionsgrenze von 4 Vol.% liegt.

Herkömmlich werden zum Inertisieren größere Mengen an Inertgas, typischerweise Stickstoff, vorgehalten, mit dem der Wasserstoff beim Abschalten, etwa bei einer Notabschaltung, aus dem Wasserstoffabscheider gespült wird. Hierzu kann entweder der Druck im Druckelektrolyseur beibehalten oder im Zuge der Spülung mit dem Inertgas ein Druckabbau auf den Umgebungsdruck erfolgen. In jedem Fall muss wegen der Vermischung der Gase ein Vielfaches des Gasvolumens des Wasserstoffabscheiders in Form von Inertgas vorgehalten werden.

Da bei einer schnellen Dekompression des Elektrolyseurs durch das Ausgasen von Wasserstoff bzw. von Sauerstoff in versteckten Kavernen typischerweise Schäden in den Dichtungen und Baukomponenten der Zellen entstehen und ein späteres Wiederaufahren der drucklosen Anlage mit großem Aufwand verbunden ist, sollte eine Dekompression des Elektrolyseurs möglichst auf drei Arten von Störfällen beschränkt werden, bei denen sie tatsächlich unumgänglich ist: Leckage von Elektrolyt, Leckage von Produktgas und kritische Verunreinigung von Produktgas. Sonst sollte der Druck beim Abschalten immer beibehalten werden.

Die Aufgabe der Erfindung ist es einen Druckelektrolyseur und ein Verfahren zur Abschaltung eines Druckelektrolyseurs zu schaffen, bei denen mit einer möglichst geringen Menge an Inertgas eine zuverlässige Inertisierung des Elektrolyseurs möglich ist. Insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, soll

eine Abschaltung des Elektrolyseurs auch ohne Dekompression möglich sein.

Vorrichtungsmäßig wird die gestellte Aufgabe durch einen Druckelektrolyseur mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Verfahrensmäßig wird die gestellte Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

Durch die Erfindung wird ein Druckelektrolyseur mit einem Druckbehälter und einem eine Anzahl von Elektrolysezellen enthaltenden, in dem Druckbehälter angeordneten Elektrolysezellenblock geschaffen. Die Elektrolysezellen enthalten jeweilige Anoden und Kathoden und es ist ein Elektrolysekreislaufsystem zur Zuführung von Elektrolyt zu den Anoden und Kathoden vorgesehen. Zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs entstehenden gasförmigen Sauerstoffs ist ein Sauerstoffabscheider vorgesehen und zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs entstehenden gasförmigen Wasserstoffs ist ein Wasserstoffabscheider vorgesehen. Ein Vorrat eines inerten Gases, insbesondere Stickstoff, dient zum Inertisieren des Druckelektrolyseurs bei seiner Abschaltung. Erfindungsgemäß ist der Inertgasvorrat dem Sauerstoffabscheider zuführbar und das Elektrolytkreislaufsystem enthält eine Leitungsverbindung, über die bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders mit dem Inertgas ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider verschiebbar ist.

Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckelektrolyseurs ist der Sauerstoffabscheider und/oder der Was-

serstoffabscheider außerhalb des Druckbehälters vorgesehen,
und bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders mit dem I-
nertgas ist ein Teil des Elektrolyten zur Verdrängung des
Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider von dem Druckbe-
5 hälter und/oder von dem Sauerstoffabscheider in den Wasser-
stoffabscheider verschiebbar.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung
ist der Sauerstoffabscheider und/oder der Wasserstoffabschei-
10 der durch einen Teil des Volumens innerhalb des Druckbehäl-
ters gebildet, und bei Beaufschlagung des Sauerstoffabschei-
ders mit dem Inertgas ist ein Teil des Elektrolyten zur Ver-
drängung des Wasserstoffs, insbesondere innerhalb des Druck-
behälters, in den den Wasserstoffabscheider bildenden Teil
15 des Druckbehältervolumens verschiebbar.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die Leitungs-
verbindung, über die ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer
Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider
20 verschiebbar ist, außerhalb des Druckbehälters vorgesehen.

Hierbei kann die Leitungsverbindung durch eine unterhalb des
Flüssigkeitsspiegels des Elektrolyten verlaufende, den Sauer-
stoffabscheider mit dem Wasserstoffabscheider verbindende
25 Pendelleitung gebildet sein.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform des erfindungsgemä-
ßen Druckelektrolyseurs ist die Leitungsverbindung, über die
ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des Was-
30 serstoffs aus dem Wasserstoffabscheider verschiebbar ist, in-
nerhalb des Druckbehälters vorgesehen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemä-
ßen Druckelektrolyseurs bildet das Gehäuse des Elektrolyse-

zellenblocks zusammen mit dem Druckbehälter mindestens zwei voneinander getrennte Räume, welche Bestandteil des Elektrolytkreislaufsystems sind und die durch das Gehäuse gegen die Elektrolysezellen und durch den Druckbehälter gegen die Umgebung begrenzt sind, wobei einer der voneinander getrennten Räume Bestandteil eines Anolytkreislaufs und mit dem Sauerstoffabscheider verbunden ist und ein anderer der voneinander getrennten Räume Bestandteil eines Katholytkreislaufs und mit dem Wasserstoffabscheider verbunden ist.

10

Hierbei können die voneinander getrennten Räume durch Trennwände voneinander getrennt sein, die sich zwischen dem Gehäuse des Elektrolysezellenblocks und dem Druckbehälter erstrecken, und die Leitungsverbindung, über die ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider verschiebbar ist, kann durch einen Durchgang in einem unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Elektrolyten liegenden Bereich der Trennwände gebildet sein.

20

Weiterhin wird durch die Erfindung ein Verfahren zum Abschalten eines Druckelektrolyseurs geschaffen, wobei der Druckelektrolyseur einen Druckbehälter und einen eine Anzahl von Elektrolysezellen umfassenden, in dem Druckbehälter angeordneten Elektrolysezellenblock enthält und die Elektrolysezellen jeweilige Anoden und Kathoden enthalten und ein Elektrolytkreislaufsystem zur Zuführung von Elektrolyt zu den Anoden und Kathoden vorgesehen ist. Ein Sauerstoffabscheider dient zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs entstehenden gasförmigen Sauerstoffs und ein Wasserstoffabscheider dient zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs entstehenden gasförmigen Wasserstoffs. Zum Inertisieren wird dem Druckelektrolyseur bei seiner Abschaltung ein inertes Gas, insbesondere Stickstoff, zugeführt. Erfindungsgemäß wird das Inertgas dem Sauerstoffabscheider zugeführt, und bei

30

Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders mit dem Inertgas wird ein Teil des Elektrolyten über eine in dem Elektrolyt-kreislaufsystem vorgesehene Leitungsverbindung im Sinne einer Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus dem Wasserstoff-
5 abscheider verschoben.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemä-ßen Verfahrens ist der Sauerstoffabscheider und/oder der Was-serstoffabscheider außerhalb des Druckbehälters vorgesehen,
10 und bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders mit dem I-nertgas wird ein Teil des Elektrolyten zur Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider von dem Druckbe-hälter und/oder von dem Sauerstoffabscheider in den Wasser-stoffabscheider verschoben.

15 Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausführungsform des erfin-dungsgemäßen Verfahrens ist der Sauerstoffabscheider und/oder der Wasserstoffabscheider durch einen Teil des Volumens in-nerhalb des Druckbehälters gebildet, und bei Beaufschlagung
20 des Sauerstoffabscheiders mit dem Inertgas wird ein Teil des Elektrolyten zur Verdrängung des Wasserstoffs, insbesondere innerhalb des Druckbehälters, in den den Wasserstoffabschei-der bildenden Teil des Druckbehältervolumens verschoben.

25 Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert.

Es zeigen:

30 Figur 1a) und 1b) in schematisierter Darstellung einen erfin-dungsgemäßen Druckelektrolyseur im Betriebszustand (Figur 1a)) bzw. im Abschaltzustand (Figur 1b));

Figur 2a) und 2b) in schematisierter Darstellung einen erfindungsgemäßen Druckelektrolyseur im Betriebszustand (Figur 2a)) bzw. im Abschaltzustand (Figur 2b)).

- 5 In den Figuren 1a), 1b), 2a) und 2b) umfasst ein insgesamt mit dem Bezugszeichen 11 bzw. 31 bezeichneter Druckelektrolyseur, der zur elektrolytischen Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff dient, einen Druckbehälter 12 bzw. 32, in welchem ein Elektrolysenzellenblock 13 bzw. 33 ange-
- 10 ordnet ist. Der Elektrolysezellenblock 13 bzw. 33 besteht aus einer Anzahl von in Form eines Stapels zusammengefasste Elektrolysezellen 14 bzw. 34, welche in den Figuren lediglich angedeutet sind. Die Elektrolysezellen 4 enthalten, was in den Figuren nicht eigens dargestellt ist, jeweils eine Anode
- 15 und eine Kathode. Ein Elektrolytkreislaufsystem, welches in den Figuren nur teilweise dargestellt ist, dient der Zuführung von Elektrolyt zu den Anoden und Kathoden. Ein derartiger Elektrolyseur ist beispielsweise in der unveröffentlichten deutschen Patentanmeldung mit dem amtlichen Aktenzeichen
- 20 101 50 557.4 dargestellt.

Bei dem in den Figuren 1a) und 1b) dargestellten Ausführungsbeispiel sind außerhalb des Druckbehälters 12 ein Sauerstoffabscheider 21 zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs 11 entstehenden gasförmigen Sauerstoffs und ein

25 Wasserstoffabscheider 22 zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs 11 entstehenden gasförmigen Wasserstoffs vorgesehen.

30 Bei dem in den Figuren 2a) und 2b) dargestellten Ausführungsbeispiel bildet das Gehäuse 35 des Elektrolysezellenblockes 33 zusammen mit dem Druckbehälter 32 zwei voneinander getrennte Räume 37, 38, die durch Trennwände 39, 40 voneinander getrennt sind, welche sich zwischen dem Gehäuse 35 des Elekt-

rolysezellenblocks 33 und dem Druckbehälter 32 erstrecken.
Die beiden voneinander getrennten Räume 37, 38 sind Bestand-
teile des Elektrolytkreislaufsystems und sind durch das Ge-
häuse 35 gegen die Elektrolysezellen 34 und durch den Druck-
5 behälter 32 gegen die Umgebung begrenzt.

Durch einen Teil des Volumens innerhalb des Druckbehälters
32, welches über dem Elektrolysezellenblock 33 befindlich
ist, ist ein Sauerstoffabscheider 41 zum Abscheiden des beim
10 Betrieb des Druckelektrolyseurs 31 entstehenden gasförmigen
Sauerstoffs gebildet und durch einen Teil des Volumens inner-
halb des Druckbehälters 32, der ebenfalls über den Elektroly-
sezellenblock 33 befindlich ist, ist ein Wasserstoffabschei-
der 42 zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektroly-
15 seurs 31 entstehenden gasförmigen Wasserstoffs gebildet.

Von den beiden vorher genannten voneinander getrennten Räumen
37, 38, welche Bestandteil des Elektrolytkreislaufs sind, ist
einer, nämlich der Raum 37 Bestandteil eines Anolytkreislaufs
20 und mit dem dem Sauerstoffabscheider 41 bildenden Teil des
Volumens innerhalb des Druckbehälters 32 verbunden, und der
andere Raum 38 ist Bestandteil eines Katholytkreislaufs und
mit dem den Wasserstoffabscheider 42 bildenden Teil des Volu-
mens innerhalb des Druckbehälters 32 verbunden.

25 Bei allen dargestellten Ausführungsbeispielen ist ein Vorrat
eines inerten Gases, insbesondere Stickstoff, zum Inertisie-
ren des Druckelektrolyseurs 11 bzw. 31 bei seiner Abschaltung
vorgesehen, der in den Figuren jedoch nicht eigens darge-
30 stellt ist. Dieses Inertgas dient dazu, den Druckelektroly-
seur und insbesondere den Wasserstoffabscheider 22 bzw. 42
von Wasserstoff frei zu machen, zumindest soweit, dass der
Wasserstoffgehalt unter der unteren Explosionsgrenze von 4
Vol.% liegt. Dieser Inertgasvorrat bzw. das vorgehaltene I-

nertgas ist allgemein gesprochen zu diesem Zwecke dem Sauerstoffabscheider 21 bzw. 41 in der Weise zuführbar, dass bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders 21 bzw. 41 mit dem Inertgas ein Teil des Elektrolyten innerhalb des Elektrolytkreislaufs so verschoben wird, dass der gasförmige Wasserstoff aus dem Wasserstoffabscheider 22 bzw. 42 verdrängt wird. Der verdrängte Wasserstoff wird dabei beispielsweise an die Umgebung abgeführt, gespeichert oder in anderer Weise entfernt.

10

Damit der Elektrolyt innerhalb des Elektrolytkreislaufsystems in dem oben beschriebenen Sinne einer Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider 22 bzw. 42 verschiebbar ist, ist in dem Elektrolytkreislaufsystem eine Leitungsverbindung 23a; 23b; 43a; 43b vorgesehen, welche auf unterschiedliche Art ausgeführt sein kann.

Bei dem in den Figuren 1a) und 1b) dargestellten Ausführungsbeispiel ist die genannte Leitungsverbindung außerhalb des Druckbehälters 12 vorgesehen, wobei zwei verschiedene Varianten gleichzeitig dargestellt sind. So kann die außerhalb des Druckbehälters 12 verlaufende Leitungsverbindung entweder durch eine Leitungsverbindung 23a gebildet sein, welche einen dem Sauerstoffabscheider 21 zugeordneten Volumenbereich innerhalb des Druckbehälters 12 mit einem dem Wasserstoffabscheider 22 zugeordneten Volumenbereich innerhalb des Druckbehälters 12 verbindet, oder sie kann durch eine den Sauerstoffabscheider 21 mit dem Wasserstoffabscheider verbindende Pendelleitung 23b gebildet sein, welche unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Elektrolyten verläuft. Schließlich kann die genannte Leitungsverbindung auch innerhalb des Druckbehälters 12 einen dem Sauerstoffabscheider 21 zugeordneten Bereich des Elektrolytkreislaufs mit einem dem Wasserstoffabscheider 22 zugeordneten Bereich des Elektrolytkreislaufs

verbinden, was in den Figuren 1a) und 1b) jedoch nicht dargestellt ist.

In dem in Figur 1a) dargestellten normalen Betriebszustand
5 des Druckelektrolyseurs 11 wird der entstehende Sauerstoff im Sauerstoffabscheider 21 gesammelt und der entstehende Wasserstoff wird im Wasserstoffabscheider 22 gesammelt. Sowohl der Sauerstoffabscheider 21 als auch der Wasserstoffabscheider 22 sind jeweils teilweise, nämlich in einem unteren Bereich, mit
10 dem Elektrolyten gefüllt, im oberen Bereich der Abscheider 21, 22 sammelt sich das jeweilige Produktgas.

Wenn nun der Druckelektrolyseur 11 abgeschaltet werden soll, wird dem Sauerstoffabscheider 21, typischerweise in dem zum
15 Sammeln des gasförmigen Sauerstoffs vorgesehenen oberen Volumenbereich desselben, das vorgehaltene Inertgas, also typischerweise Stickstoffgas, zugeführt. Über die in dem Elektrokreislauf vorgesehene Leitungsverbindung 23a bzw. 23b erfolgt eine Verschiebung eines Teils des Elektrolyten aus dem
20 Sauerstoffabscheider 21 und/oder aus dem Druckbehälter 12 in den Wasserstoffabscheider 22 und bewirkt eine Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus demselben, wodurch eine Inertisierung des Druckelektrolyseurs 11 und des Wasserstoffabscheiders 22 erfolgt. Sinnvollerweise erfolgt diese Inerti-
25 sierung erst, wenn im wesentlichen der gesamte gasförmige Wasserstoff aus dem Druckbehälter 12 in den Wasserstoffabscheider 22 aufgestiegen ist. Figur 1b) zeigt den Druckelektrolyseur 11 in abgeschaltetem, inertisiertem Zustand.

30 Bei dem in den Figuren 2a) und 2b) dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Leitungsverbindung 43a; 43b, über welche ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus dem den Wasserstoffabscheider 42 bildenden Volumenbereich des Druckbehälters 32 verschiebbar ist,

entweder durch eine außerhalb des Druckbehälters 32 verlaufende Leitungsverbindung 43a gebildet, die einen dem Sauerstoffabscheider 41 zugeordneten Volumenbereich des Druckbehälters 32, nämlich den einen Bestandteil des Anolytkreislaufs bildenden Raum 37, mit einem dem Wasserstoffabscheider 42 zugeordneten Volumenbereich des Druckbehälters 32, nämlich dem einen Teil des Katholytkreislaufs bildenden Raum 38, verbindet, oder es ist eine Leitungsverbindung 43b innerhalb des Druckbehälters 32 vorgesehen, welche einen dem Sauerstoffabscheider 41 zugeordneten Volumenbereich des Druckbehälters 32, nämlich den einen Bestandteil des Anolytkreislaufs bildenden Raum 37, mit einem dem Wasserstoffabscheider 42 zugeordneten Volumenbereich des Druckbehälters 32, nämlich dem einen Teil des Katholytkreislaufs bildenden Raum 38, miteinander verbindet. Diese Leitungsverbindung 43b ist typischerweise in der unterhalb des Elektrolysezellenblocks 33 vorgesehenen Trennwand 40 vorgesehen.

Bei einer Inertisierung des Elektrolyseurs 31 wird der den Sauerstoffabscheider 41 bildende Volumenbereich des Druckbehälters 32 mit dem vorgehaltenen Inertgas, typischerweise Stickstoff, beaufschlagt, wodurch der Elektrolyt über die Leitungsverbindung 43a bzw. 43b aus dem dem Sauerstoffabscheider 41 zugeordneten Volumenbereich des Druckbehälters 32, also aus dem Raum 37 des Anolytkreislaufs, in den dem Wasserstoffabscheider 42 zugeordneten Volumenbereich des Druckbehälters 32, also in den Raum 38 des Katholytkreislaufs, übergeführt wird bis der Wasserstoff vollständig aus dem den Wasserstoffabscheider 42 bildenden Volumenbereich des Druckbehälters 32 entfernt ist. Auch hier erfolgt die Inertisierung sinnvollerweise erst dann, wenn im wesentlichen der gesamte gebildete Wasserstoff im Wasserstoffabscheider 42, d.h. in dem entsprechenden Volumenbereich des Druckbehälters 32 gesammelt ist.

Das Verschieben des Elektrolytniveaus in den Wasserstoffabscheider 22 bzw. 42 kann bei allen Ausführungsbeispielen durch geeignete Mittel überwacht werden, beispielsweise durch Nivea uwächter, welche einen Anstieg der Füllhöhe des Elektrolyten im Wasserstoffabscheider 22 bzw. 42 bis auf ein vorgegebenes Niveau überwachen.

Der bei der Inertisierung des Wasserstoffabscheiders 22 bzw. 42 verdrängte Wasserstoff kann gespeichert und weiter verwendet werden, er muss nicht verworfen werden, da er nicht mit dem zugeführten Inertgas vermischt ist.

Eine Anwendung der Erfindung ist bei allen Typen von Elektrolyseuren möglich, so zum Beispiel auch beim PEM-Elektrolyseur, der Wasser als Elektrolyt verwendet.

20

25

30

Bezugszeichenliste

	11; 31	Druckelektrolyseur
5	12; 32	Druckbehälter
	13; 33	Elektrolysezellenblock
	14; 34	Elektrolysezellen
	15; 35	Gehäuse
	17; 37	Raum für Anolytkreislauf
10	18; 38	Raum für Katholytkreislauf
	29	Trennwand
	40	Trennwand
	21; 41	Sauerstoffabscheider
	22; 42	Wasserstoffabscheider
15	23a; 43a	Leistungsverbindung
	23b; 43b	Leistungsverbindung

20

25

30

5

Patentansprüche

1. Druckelektrolyseur mit einem Druckbehälter (12; 32) und
10 einem eine Anzahl von Elektrolysezellen (14; 34) enthalten-
den, in dem Druckbehälter (12; 32) angeordneten Elektrolyse-
zellenblock (13; 33), wobei die Elektrolysezellen (14; 34)
jeweilige Anoden und Kathoden enthalten und ein Elektrolyt-
kreislaufsystem zur Zuführung von Elektrolyt zu den Anoden
15 und Kathoden vorgesehen ist, mit einem Sauerstoffabscheider
(21; 41) zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektroly-
seurs (11; 31) entstehenden gasförmigen Sauerstoffs und einem
Wasserstoffabscheider (22; 42) zum Abscheiden des beim Be-
trieb des Druckelektrolyseurs (11; 31) entstehenden gasförmig-
20 gen Wasserstoffs, und mit einem Vorrat eines inerten Gases,
insbesondere Stickstoff, zum Inertisieren des Druckelektroly-
seurs (11; 31) bei seiner Abschaltung, dadurch gekennzeich-
net, dass der Inertgasvorrat dem Sauerstoffabscheider (21;
41) zuführbar ist, und dass das Elektrolytkreislaufsystem ei-
25 ne Leitungsverbindung (23a; 23b; 43a; 43b) enthält, über die
bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders (21; 41) mit dem
Inertgas ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung
des gasförmigen Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider
(22; 42) verschiebbar ist.

30

2. Druckelektrolyseur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, dass der Sauerstoffabscheider (21) und/oder der Wasser-
stoffabscheider (22) außerhalb des Druckbehälters (12) vorge-
sehen ist, und dass bei Beaufschlagung des Sauerstoffabschei-

ders (21) mit dem Inertgas ein Teil des Elektrolyten zur Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider (22) von dem Druckbehälter (12) und/oder von dem Sauerstoffabscheider (21) in den Wasserstoffabscheider (22) verschiebbar
5 ist.

3. Druckelektrolyseur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoffabscheider (41) und/oder der Wasserstoffabscheider (42) durch einen Teil des Volumens innerhalb
10 des Druckbehälters (32) gebildet ist, und dass bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders (41) mit dem Inertgas ein Teil des Elektrolyten zur Verdrängung des Wasserstoffs in den den Wasserstoffabscheider (42) bildenden Teil des Druckbehältervolumens verschiebbar ist.

15

4. Druckelektrolyseur nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitungsverbindung (23a; 23b; 43a), über die ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider (22; 42) verschiebbar ist, außerhalb des Druckbehälters (12; 32) vorgesehen
20 ist.

5. Druckelektrolyseur nach Anspruch 4 in Verbindung mit Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitungsverbindung
25 (23b) durch eine unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Elektrolyten verlaufende, den Sauerstoffabscheider (21) mit dem Wasserstoffabscheider (22) verbindende Pendelleitung (23b) gebildet ist.

30 6. Druckelektrolyseur nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitungsverbindung (43b), über die ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider (42) verschiebbar ist, innerhalb des Druckbehälters (32) vorgesehen ist.

7. Druckelektrolyseur nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (35) des Elektrolysezellenblocks (33) zusammen mit dem Druckbehälter (32) mindestens zwei voneinander getrennte Räume (37, 38) bildet, welche Bestandteil des Elektrolytkreislaufsystems sind und die durch das Gehäuse (35) gegen die Elektrolysezellen (34) und durch den Druckbehälter (32) gegen die Umgebung begrenzt sind, wobei einer der voneinander getrennten Räume (37) Bestandteil eines Anolytkreislaufs und mit dem Sauerstoffabscheider (41) verbunden ist und ein anderer der voneinander getrennten Räume (38) Bestandteil eines Katholytkreislaufs und mit dem Wasserstoffabscheider (42) verbunden ist.

8. Druckelektrolyseur nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die voneinander getrennten Räume (37, 38) durch Trennwände (39, 40) voneinander getrennt sind, die sich zwischen dem Gehäuse (35) des Elektrolysezellenblocks (33) und dem Druckbehälter (32) erstrecken, und dass die Leitungsverbindung (43b), über die ein Teil des Elektrolyten im Sinne einer Verdrängung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider (42) verschiebbar ist, durch einen Durchgang in einem unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Elektrolyten bildenden Bereich der Trennwände (39, 40) gebildet ist.

9. Verfahren zum Abschalten eines Druckelektrolyseurs, der einen Druckbehälter (12, 32) und einen eine Anzahl von Elektrolysezellen (14; 34) enthaltenden, in dem Druckbehälter (12; 22) angeordneten Elektrolysezellenblock (13; 33) umfasst, wobei die Elektrolysezellen (14; 34) jeweilige Anoden und Kathoden enthalten und ein Elektrolytkreislaufsystem zur Zuführung von Elektrolyt zu den Anoden und Kathoden und ein Sauerstoffabscheider (21; 41) zum Abscheiden des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs (11; 31) entstehenden gasförmigen Sauerstoffs und ein Wasserstoffabscheider (22; 42) zum Abscheiden

des beim Betrieb des Druckelektrolyseurs (11; 31) entstehen-
den gasförmigen Wasserstoffs vorgesehen ist, wobei dem Dru-
ckeletrolyseur (11; 31) zum Inertisieren bei seiner Abschalt-
tung ein inertes Gas, insbesondere Stickstoff, zugeführt
5 wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Inertgas dem Sauer-
stoffabscheider (21; 41) zugeführt wird, und dass bei Beauf-
schlagung des Sauerstoffabscheiders (21; 41) mit dem Inertgas
ein Teil des Elektrolyten über eine in dem Elektrolytkreis-
laufsystem (23a; 23b; 43a; 43b) enthaltene Leitungsverbindung
10 im Sinne einer Verdrängung des gasförmigen Wasserstoffs aus
dem Wasserstoffabscheider (22; 42) verschoben wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass
der Sauerstoffabscheider (21) und/oder der Wasserstoffab-
15 scheider (22) außerhalb des Druckbehälters (12) vorgesehen
ist, und dass bei Beaufschlagung des Sauerstoffabscheiders
(21) mit dem Inertgas ein Teil des Elektrolyten zur Verdrän-
gung des Wasserstoffs aus dem Wasserstoffabscheider (22) von
dem Druckbehälter (12) und/oder von dem Sauerstoffabscheider
20 (21) in den Wasserstoffabscheider (22) verschoben wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass
der Sauerstoffabscheider (41) und/oder der Wasserstoffab-
scheider (42) durch einen Teil des Volumens innerhalb des
25 Druckbehälters (32) gebildet ist, und dass bei Beaufschlagung
des Sauerstoffabscheiders (41) mit dem Inertgas ein Teil des
Elektrolyten zur Verdrängung des Wasserstoffs in den den Was-
serstoffabscheider (42) bildenden Teil des Druckbehältervolu-
mens verschoben wird.

Fig. 1a)

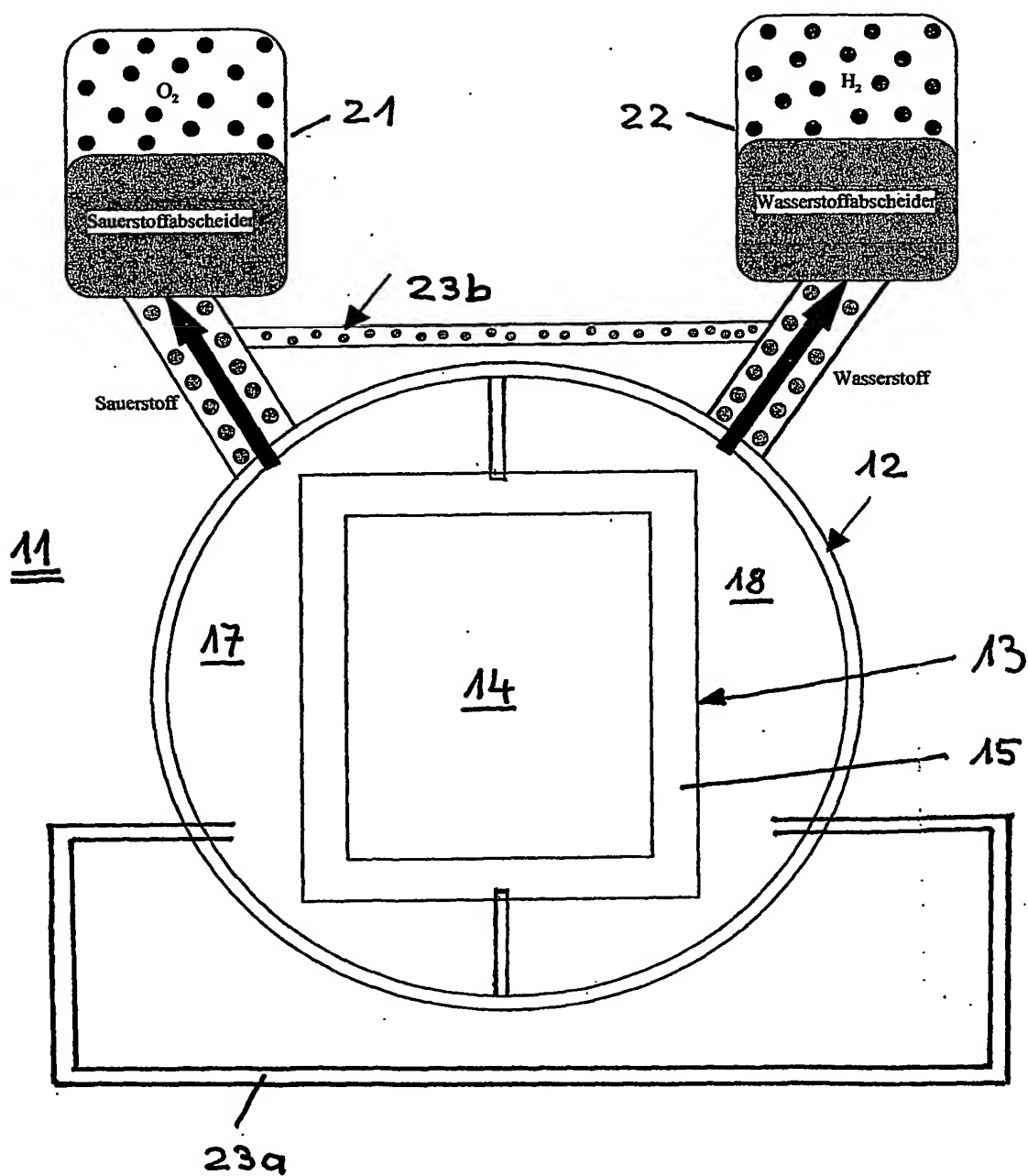


Fig. 1b)

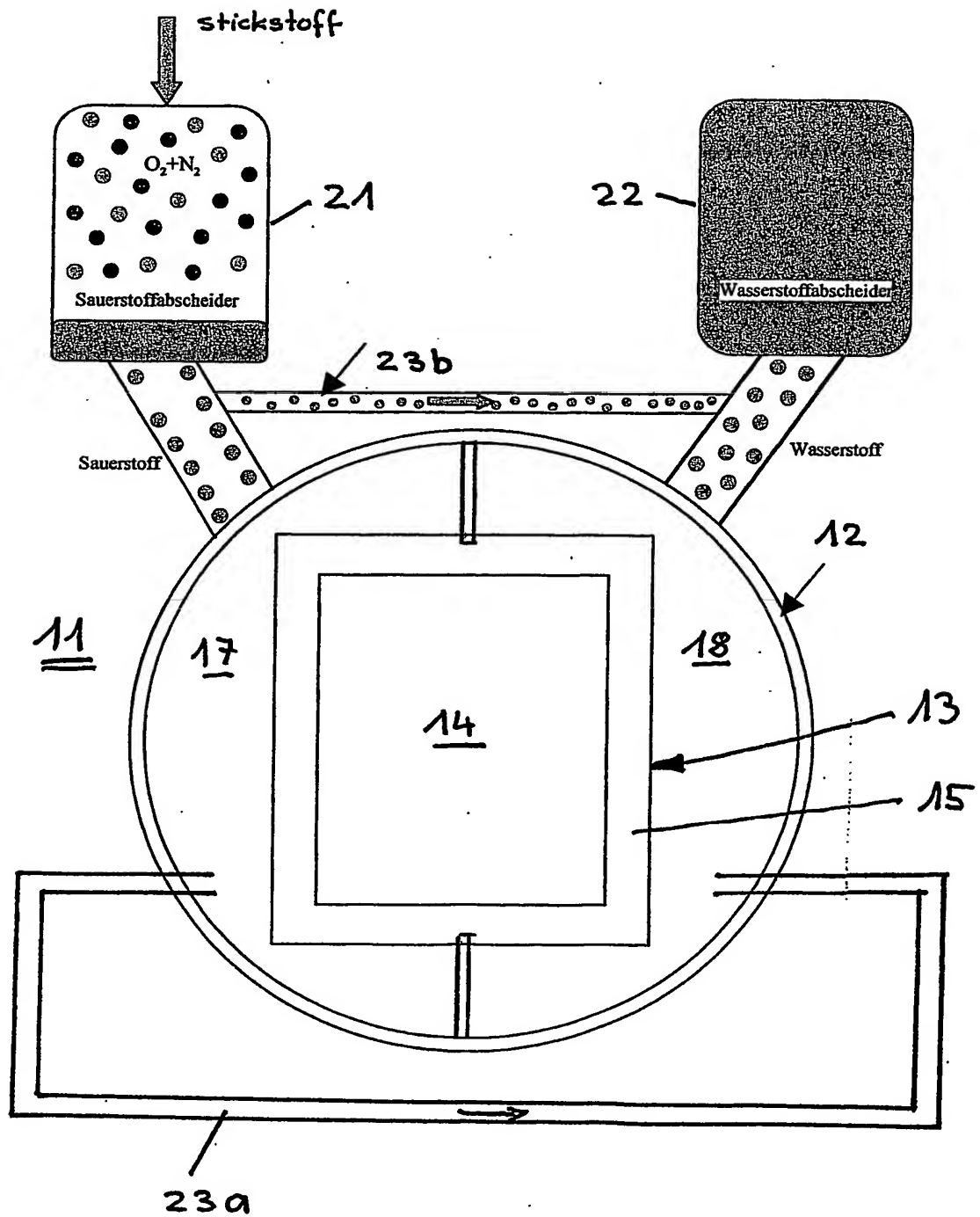


Fig. 2a)

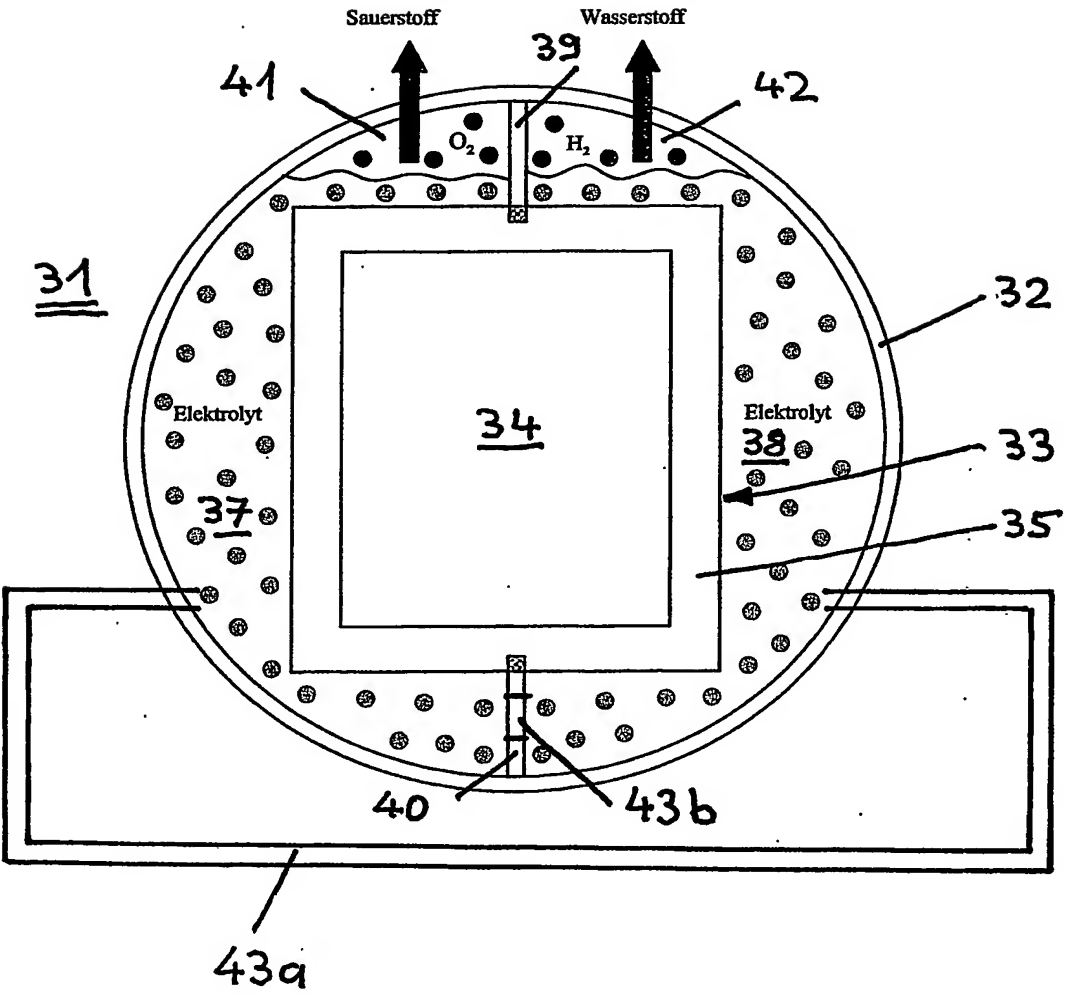
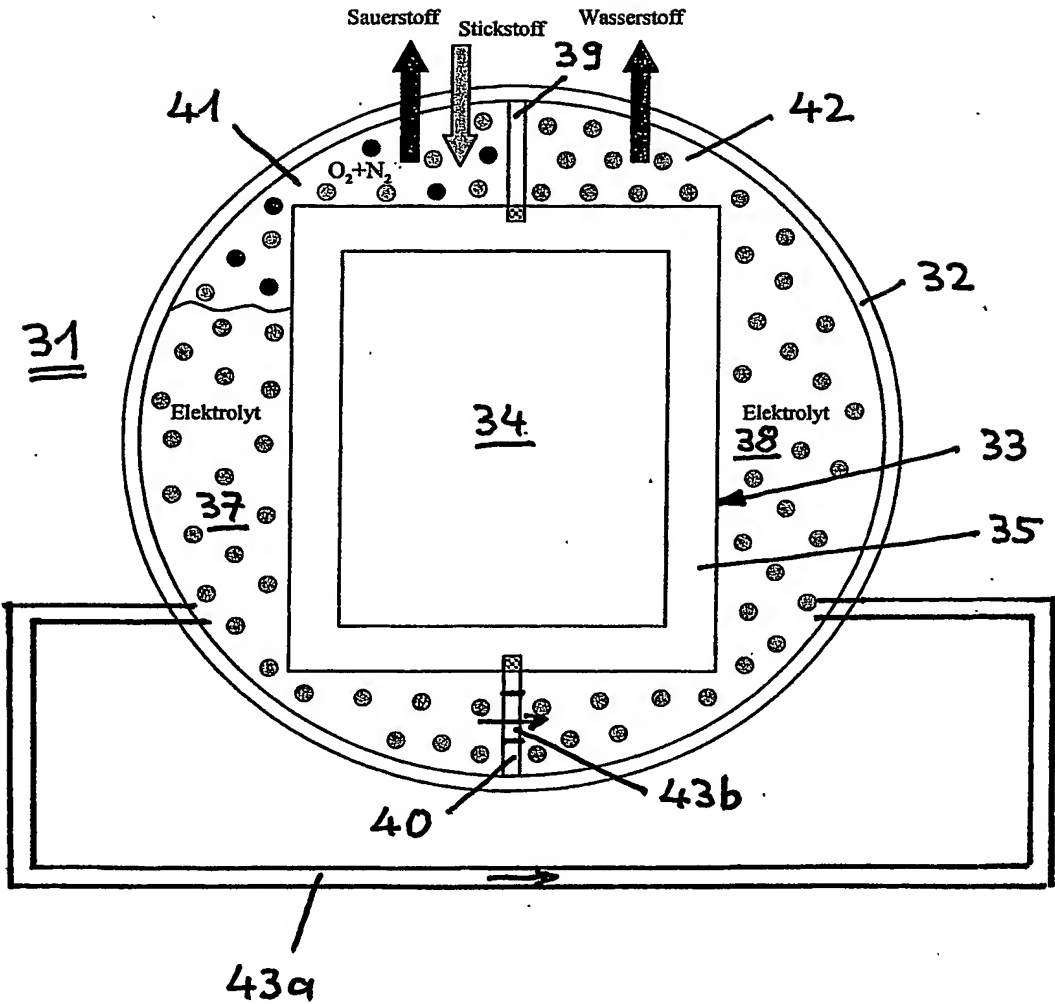


Fig. 2 b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/13993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C25B1/12 C25B15/00 C25B15/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C25B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 01 884 A (KNOCHE THOMAS ;WIESSNER FRANK (DE)) 20 July 2000 (2000-07-20) column 1, line 1 -column 3, line 14 abstract	1-11
A	DE 36 03 244 A (HT HYDROTECHNIK GMBH) 6 August 1987 (1987-08-06) column 3, line 6 -column 4, line 34 column 5, line 57 -column 7, line 17; figure 2	1-11
A	DE 38 37 354 A (ZIEM WERNER) 10 May 1990 (1990-05-10) column 2, line 24 -column 3, line 25 column 4, line 28 -column 5, line 7; figure 2	1-11
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 April 2004

Date of mailing of the international search report

7. 05. 04

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

INGRID GRUNDFELT/ ELY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/13993

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	WO 03 033768 A (BRAND ROLF AUGUST ;HOFMANN HANS (DE); RAEMISCH MARKO (DE); HOCHLEI) 24 April 2003 (2003-04-24) page 9, line 1 -page 11, line 10 page 13, line 1 -page 17, line 11 abstract -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/13993

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 19901884	A	20-07-2000	DE	19901884 A1	20-07-2000
DE 3603244	A	06-08-1987	DE	3603244 A1	06-08-1987
DE 3837354	A	10-05-1990	DE	3837354 A1	10-05-1990
			DE	8816969 U1	18-07-1991
WO 03033768	A	24-04-2003	DE	10150557 A1	30-04-2003
			WO	03033768 A2	24-04-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13993

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 C25B1/12 C25B15/00 C25B15/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C25B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 01 884 A (KNOCHE THOMAS ;WIESSNER FRANK (DE)) 20. Juli 2000 (2000-07-20) Spalte 1, Zeile 1 -Spalte 3, Zeile 14 Zusammenfassung	1-11
A	DE 36 03 244 A (HT HYDROTECHNIK GMBH) 6. August 1987 (1987-08-06) Spalte 3, Zeile 6 -Spalte 4, Zeile 34 Spalte 5, Zeile 57 -Spalte 7, Zeile 17; Abbildung 2	1-11
A	DE 38 37 354 A (ZIEM WERNER) 10. Mai 1990 (1990-05-10) Spalte 2, Zeile 24 -Spalte 3, Zeile 25 Spalte 4, Zeile 28 -Spalte 5, Zeile 7; Abbildung 2	1-11
	--- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahellegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. April 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

7. 05. 04

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

INGRID GRUNDFELT/ ELY

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13993

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,A	<p>WO 03 033768 A (BRAND ROLF AUGUST ;HOFMANN HANS (DE); RAEMISCH MARKO (DE); HOCHLEI) 24. April 2003 (2003-04-24) Seite 9, Zeile 1 -Seite 11, Zeile 10 Seite 13, Zeile 1 -Seite 17, Zeile 11 Zusammenfassung -----</p>	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/13993

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19901884	A	20-07-2000	DE	19901884 A1	20-07-2000
DE 3603244	A	06-08-1987	DE	3603244 A1	06-08-1987
DE 3837354	A	10-05-1990	DE	3837354 A1	10-05-1990
			DE	8816969 U1	18-07-1991
WO 03033768	A	24-04-2003	DE	10150557 A1	30-04-2003
			WO	03033768 A2	24-04-2003